

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hitoshi MAEDA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: CANTILEVER HAVING IMPROVED RESOLUTION AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):  
Application No. \_\_\_\_\_ Date Filed \_\_\_\_\_
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:


<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-027851	February 5, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) \_\_\_\_\_  
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
\_\_\_\_\_  
C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124



22850

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 2月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-027851

[ ST.10/C ]:

[ JP 2003-027851 ]

出 願 人

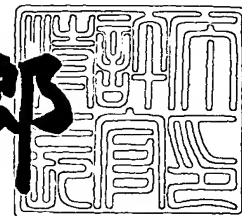
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2003年 2月25日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3010913

【書類名】 特許願

【整理番号】 542188JP01

【提出日】 平成15年 2月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 37/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社  
社内

    【氏名】 前田 一史

【特許出願人】

    【識別番号】 000006013

    【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100089233

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

    【識別番号】 100088672

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

    【識別番号】 100088845

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012852

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 カンチレバーおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被観察試料を走査する探針部と前記探針部を支持する電極部とを有するカンチレバーにおいて、

前記探針部は、

錐体形状の絶縁体と、

前記絶縁体の一の面上の一部に配設されており、一端が前記錐体形状の頂点に達しており、他端が前記電極部に達している導電性配線とを、備えることを特徴とするカンチレバー。

【請求項 2】 前記導電性配線は、前記錐体形状の頂点から前記一の面の中央部を通して配設されている、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカンチレバー。

【請求項 3】 (a) 頂点が基板内部に形成されるように、当該基板の表面内に錐体形状の孔を形成する工程と、

(b) 前記基板の表面上および前記錐体形状の孔の側面を覆うように犠牲膜を成膜する工程と、

(c) 前記犠牲膜上の、前記錐体形状の孔の側面部分に、一端が前記錐体形状の孔の頂点に達するように導電性配線を形成する工程と、

(d) 前記工程 (c) 後に、前記錐体形状の孔を充填するように、前記犠牲膜に対するエッチング選択比を有する絶縁体を埋設する工程と、

(e) 前記絶縁体の上面、前記導電性配線他端および前記犠牲膜を覆うように電極部を形成する工程と、

(f) 前記工程 (e) 後に、前記犠牲膜をエッチングすることにより、前記基板から前記絶縁体、前記導電性配線および前記電極部を分離する工程とを、備えることを特徴とするカンチレバーの製造方法。

【請求項 4】 前記工程 (c) は、

前記錐体形状の孔の頂点から当該錐体形状の孔の一の面の中央部を通るように前記導電性配線を形成する工程である、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のカンチレバーの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、カンチレバーの構造およびその製造方法に係る発明であって、例えば、走査型容量顕微鏡に適するカンチレバーおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、探針部を試料表面に接近・走査させ、探針部と試料表面の電荷との間で形成される静電容量を測定することにより、試料表面の静電容量分布を検出する装置として、走査型容量顕微鏡（以下、SCMと称す）が使われている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

SCMによる測定では、導電性のカンチレバーが用いられており、例えば、ノンドープシリコンチップにPt、CoCr等の導電体を全面にコーティングしたカンチレバーが用いられている。

【0004】

しかし、SCMは、原子間力に比べて長距離から影響を受ける電気力を用いて測定を行うため、当該SCMの面分解能は、カンチレバーに取り付けられた探針部のごく先端のミクロな形状だけでなく、当該探針部の先端付近のマクロな形状によっても影響を受ける。

【0005】

ここで、面分解能とは、顕微鏡等の性能を表す指標であり、空間の異なる2点を分離して識別検出可能な限界能力を示す値のことである。

【0006】

そこで、長距離力である電気力の観点において（つまり、マクロ的観点において）、カンチレバーの探針部の直接観察に関与しない部分の影響を抑制するために、形状が三角錐である探針部の一面にのみ導電体をコーティングしたものを、

SCMのカンチレバーの探針部として採用することが提案されている（例えば、非特許文献1参照）。

【0007】

【特許文献1】

特開平8-136555号公報（第2図）

【非特許文献1】

「第49回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集」、2002.3 東海大学 湘南校舎、P687

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、カンチレバーに取り付けられた三角錐形状の探針部の一面にのみ導電体のコーティングを行った場合では、三角錐の全面に導電体のコーティングを行った場合よりも面分解能は向上するものの、当該面分解能の向上には限度があった。

【0009】

そこで、この発明は、SCM等の顕微鏡の面分解能をさらに向上させることができるカンチレバーおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明に係る請求項1に記載のカンチレバーは、被観察試料を走査する探針部と前記探針部を支持する電極部とを有するカンチレバーにおいて、前記探針部は、錐体形状の絶縁体と、前記絶縁体の一の面上の一部に配設されており、一端が前記錐体形状の頂点に達しており、他端が前記電極部に達している導電性配線とを、備えている。

【0011】

また、本発明に係る請求項3に記載のカンチレバーの製造方法は、（a）頂点が基板内部に形成されるように、当該基板の表面内に錐体形状の孔を形成する工程と、（b）前記基板の表面上および前記錐体形状の孔の側面を覆うように犠牲膜を成膜する工程と、（c）前記犠牲膜上の、前記錐体形状の孔の側面部分に、

一端が前記錐体形状の孔の頂点に達するように導電性配線を形成する工程と、（d）前記工程（c）後に、前記錐体形状の孔を充填するように、前記犠牲膜に対するエッチング選択比を有する絶縁体を埋設する工程と、（e）前記絶縁体の上面、前記導電性配線他端および前記犠牲膜を覆うように電極部を形成する工程と、（f）前記工程（e）後に、前記犠牲膜をエッチングすることにより、前記基板から前記絶縁体、前記導電性配線および前記電極部を分離する工程とを、備えている。

## 【 0 0 1 2 】

## 【発明の実施の形態】

以下、この発明をその実施の形態を示す図面に基づいて具体的に説明する。

## 【 0 0 1 3 】

図 1，2 に、本発明に係るカンチレバーの一実施の形態を示す。ここで、図 1 は、当該カンチレバーの断面図であり、図 2 は、図 1 で示した右手座標系の x 方向から、当該カンチレバーを見たときの図である。

## 【 0 0 1 4 】

図 1，2 に示すように、本発明のカンチレバーは、板状の電極部 2 と、電極部 2 の端領域に形成され、試料を走査する探針部 1 とから構成されている。

## 【 0 0 1 5 】

探針部 1 は、四角錐形状の絶縁体 1 a と、導電性配線 1 b とから構成されている。導電性配線 1 b は、四角錐形状の絶縁体 1 a の一の面に配設されており、当該四角錐の頂点から前記一の面の中央部を通して、板状の電極部 2 に達するように配設されている。つまり、導電性配線 1 b の長さが最短となるように配設されている。

## 【 0 0 1 6 】

ここで、本実施の形態では、絶縁体 1 a として窒化シリコンを採用しており、導電性配線 1 b としてタングステンを採用している。また、板状の電極部 2 として白金を採用している。

## 【 0 0 1 7 】

次に、図 1，2 で示したカンチレバーの製造方法の一例について、図 3 ～ 1 4



に基づいて説明する。ここで図3～14は、各製造段階における製造途中のカンチレバーの断面図または斜視図を示している。

【0018】

まずはじめに、(100)主面の単結晶シリコン基板11を用意し、当該単結晶シリコン基板11の主面上にマスクを設ける。次に、マスクの所定の箇所に、所定の大きさの四角形状の開口部（当該開口部から単結晶シリコン基板11は露出している）を形成する。

【0019】

当該マスク付きの単結晶シリコン基板11を、水酸化カリウム(KOH)水溶液等のエッチング液に浸すことにより、結晶異方性エッチング（今、(100)面の単結晶シリコン基板11を用いているので、当該エッチングは(111)面で自動的に停止する）を行い、深さ約10 $\mu$ mの四角錘形状の孔12を形成する。その後マスクを除去した様子を図3に示す。

【0020】

次に、CVD (Chemical Vapor Deposition: 化学気相成長) 法を用いることにより、図4に示すように、前記四角錘形状の孔12の側面上、および単結晶シリコン基板11の主面上を覆うように、犠牲膜としてシリコン酸化膜13を100nm程度成膜する。

【0021】

次に、CVD法を用いることにより、図5に示すように、前記シリコン酸化膜13を覆うようにタングステン膜14を、10nm程度の膜厚で成膜する。なお、ここで成膜する膜として導電性を有するものであれば、他の物質を用いて成膜処理を施してもかまわない。

【0022】

次に、タングステン膜14上にフォトレジスト15を塗布し、リソグラフィ工程により所定の形状にフォトレジスト15をパターニングする。このパターニングされたフォトレジスト15の様子を図6に示す。また図7に、その平面図を示す。

【0023】

次に、所定の形状にパターニングされたフォトレジスト 1 5 をマスクとして異方性ドライエッチングを施すことにより、図 8 に示すように、タングステン配線 1 6 を配設する。当該タングステン配線 1 6 は、四角錐形状の孔 1 2 の一の面において、一端が四角錐形状の孔 1 2 の頂点に達しており、当該頂点から前記一の面の中央部を通して、他端部分が当該四角錐形状の孔 1 2 から突出するように配設される。

## 【 0 0 2 4 】

当該配設により、タングステン配線 1 6 は最短の長さとなる。ここで、タングステン配線 1 6 の線幅は 1 0 n m 程度である。なお、図 8 はフォトレジスト 1 5 を除去した状態を図示している。

## 【 0 0 2 5 】

さて次に、CVD法を用いることにより、図 9 に示すように、前記シリコン酸化膜 1 3 およびタングステン配線 1 6 を覆うように、シリコン窒化膜 1 7 を 2 0  $\mu$  m 程度成膜する。

## 【 0 0 2 6 】

ここで、シリコン窒化膜 1 7 を採用したのは、シリコン酸化膜 1 3 に対するエッチング選択比を有するからである。したがって、両者の間でエッチング選択比を有するのであれば、シリコン酸化膜 1 3、シリコン窒化膜 1 7 の代わりに他の材料を選択することもできる。なお、当該エッチング選択比が高ければ高いほど、完成品となるカンチレバーへの当該エッチングによる損傷を抑制することができる。

## 【 0 0 2 7 】

次に、CMP (Chemical and Mechanical Polishing) 研磨を用いることにより、図 1 0 に示すように、シリコン酸化膜 1 3 が露出するまでシリコン窒化膜 1 7 およびタングステン配線 1 6 の一部を研磨する。

## 【 0 0 2 8 】

これにより、犠牲膜 1 3 が形成されている四角錐形状の孔 1 2 内にのみ、シリコン窒化膜 1 7 とタングステン配線 1 6 とが残ることとなる。

## 【 0 0 2 9 】

次に、真空蒸着により、図 1 1 に示すようにシリコン酸化膜 1 3、シリコン窒化膜 1 7 およびタングステン配線 1 6 を覆うように、白金膜 1 8 を 5  $\mu$  m 程度形成する。ここで、白金膜 1 8 の代わりに導電性のある他の物質を採用してもかまわない。

## 【 0 0 3 0 】

次に、白金膜 1 8 上にフォトレジスト 1 9 を塗布し、リソグラフィ工程により所定の形状にフォトレジスト 1 9 をパターニングする。このパターニングされたフォトレジスト 1 9 の様子を図 1 2 に示す。

## 【 0 0 3 1 】

次に、所定の形状にパターニングされたフォトレジスト 1 9 をマスクとして異方性ドライエッチングを施すことにより、図 1 3 に示すように白金膜 1 8 を、図 1 で示したカンチレバーの電極部 2 としての形状となるようにパターニングする。なお、図 1 3 は、フォトレジスト 1 9 を除去した状態を図示している。

## 【 0 0 3 2 】

最後に、図 1 3 で示した各部材が形成された製造途中の単結晶シリコン基板 1 1 を、フッ酸液に浸しエッチング処理を施すことにより、図 1 4 に示すように、犠牲膜であるシリコン酸化膜 1 3 を除去し、当該除去により、単結晶シリコン基板 1 1 から、上方に形成されている部材（タングステン配線 1 6、シリコン窒化膜 1 7 および白金膜 1 8）を分離（リフトオフ）する。

## 【 0 0 3 3 】

以上までの工程により、図 1, 2 に示す本発明に係るカンチレバーを形成することができる。

## 【 0 0 3 4 】

本発明に係るカンチレバーの探針部 1 は、四角錐形状の絶縁体 1 a と、当該四角錐形状の絶縁体 1 a の一の面のみに配設されている線状の導電性配線 1 b とを備えているので、当該カンチレバーを SCM に採用することにより、四角錐形状の絶縁体の全面に導電体をコーティングしたカンチレバーを採用するときよりも、さらに SCM の面分解能を向上させることができる。

## 【 0 0 3 5 】

つまり、静電容量は長距離力であるため、SCMによる静電容量測定では、実際に測定に関与していない部分（探針部1の極先端部以外の部分）の導電体の影響も受ける。また、探針部1の導電体部分と試料との間の静電容量は、相互に対面している面積に比例して変化する。

## 【 0 0 3 6 】

したがって、直接測定に関与する探針部の極先端部以外の導電体の、試料との対面面積を小さくすることにより、上記静電容量の変化を抑制することができ（つまり、実際に測定に関与していない部分の導電体の影響を抑制することができ）、当該抑制に応じてSCMの面分解能も向上させることができる。

## 【 0 0 3 7 】

上記の考察を四角錐形状の絶縁体1aの一の面に測定部となる導電体1bを設ける場合に当てはめると、当該絶縁体1aの一の面の全面に導電体をコーティングする場合よりも、本発明のように、一の面に線状の導電性配線1bを配設する場合の方が、実際に測定に関与しない導電体部分と試料との対面面積を減少させることができ、その分、実際に測定に関与しない導電体部分と試料との間の静電容量を減少させることができる。したがって、これに応じてSCMの面分解能も向上させることが可能となる。

## 【 0 0 3 8 】

また、導電性配線1bの一端が四角錐形状の絶縁体1aの頂点に達しており、他端が電極部2に達しているのであれば、どのような形状で導電性配線1bを配設してもよいが、上述のように、四角錐形状の絶縁体1aの一の面の中央部を通るように配設することにより、導電性配線1bの長さを最短とすることができ、よりSCMの面分解能を向上させることができる。

## 【 0 0 3 9 】

また、導電性配線1bは線状であるため、機械的強度は弱くなるが、導電性配線1bは四角錐形状の絶縁体1aの面上に密接して配設されることとなるので、当該導電性配線1bの機械的強度が、弱くなることを抑制することもできる。

## 【 0 0 4 0 】

また、四角錐形状の孔 1 2 が形成された単結晶シリコン基板 1 1 を用意し、当該単結晶シリコン基板 1 1 上に犠牲膜を形成し、当該犠牲膜上にカンチレバーとなる部材（カンチレバーの探針部 1 の絶縁体 1 a は犠牲膜に対するエッチング選択比は大きい）を形成する製造方法を採用しているので、犠牲膜をエッチング処理にて除去することにより、リフトオフによって簡易でかつ、カンチレバーへの損傷を抑制しながら、本発明に係るカンチレバーを形成することができる。

#### 【 0 0 4 1 】

本発明では、探針として四角錐の形状に限定して話を進めたが、これに限るものでなく、任意の錐体状の探針を採用してもよい。この場合、タングステン等の配線は、錐体状の探針表面の任意の一部分に形成されることとなる。

#### 【 0 0 4 2 】

##### 【発明の効果】

本発明の請求項 1 に記載のカンチレバーは、被観察試料を走査する探針部と前記探針部を支持する電極部とを有するカンチレバーにおいて、前記探針部は、錐体形状の絶縁体と、前記絶縁体の一の面上の一部に配設されており、一端が前記錐体形状の頂点に達しており、他端が前記電極部に達している導電性配線とを、備えているので、例えば S C M 等の顕微鏡に当該カンチレバーを採用することにより、直接測定に関与する探針部の極先端部以外の導電体の、被観察試料との対面面積が小さくなり、実際に測定に関与していない部分の導電体の影響を抑制することができる。したがって、当該抑制に応じて S C M の面分解能も向上させることができる。

#### 【 0 0 4 3 】

本発明の請求項 3 に記載のカンチレバーの製造方法は、（a）頂点が基板内部に形成されるように、当該基板の表面内に錐体形状の孔を形成する工程と、（b）前記基板の表面上および前記錐体形状の孔の側面を覆うように犠牲膜を成膜する工程と、（c）前記犠牲膜上の、前記錐体形状の孔の側面部分に、一端が前記錐体形状の孔の頂点に達するように導電性配線を形成する工程と、（d）前記工程（c）後に、前記錐体形状の孔を充填するように、前記犠牲膜に対するエッチング選択比を有する絶縁体を埋設する工程と、（e）前記絶縁体の上面、前記導

電性配線の他端および前記犠牲膜を覆うように電極部を形成する工程と、（f）前記工程（e）後に、前記犠牲膜をエッチングすることにより、前記基板から前記絶縁体、前記導電性配線および前記電極部を分離する工程とを、備えているので、簡単なエッチング（リフトオフ）処理を用いて基板から、導電性配線と絶縁体とからなるカンチレバーの取り出しを可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のカンチレバーの断面を示す図である。

【図 2】 本発明のカンチレバーを他の方向から観察したときの様子を示す図である。

【図 3】 孔が形成された単結晶シリコン基板の様子を示す斜視図である。

【図 4】 犠牲膜であるシリコン酸化膜が成膜されている様子を示す図である。

【図 5】 タングステン膜が成膜されている様子を示す図である。

【図 6】 タングステン配線形成のためのフォトレジストが形成されている様子を示す断面図である。

【図 7】 タングステン配線形成のためのフォトレジストが形成されている様子を示す平面図である。

【図 8】 タングステン配線が配設されている様子を示す斜視図である。

【図 9】 シリコン窒化膜が孔に充填されている様子を示す図である。

【図 10】 余分なシリコン窒化膜を除去した様子を示す図である。

【図 11】 白金膜を成膜した様子を示す図である。

【図 12】 所定の形状にパターニングされたフォトレジスが形成されている様子を示す図である。

【図 13】 所定の形状にパターニングされた白金膜の様子を示す図である。

【図 14】 単結晶シリコン基板からカンチレバーを取り出す様子を示す図である。

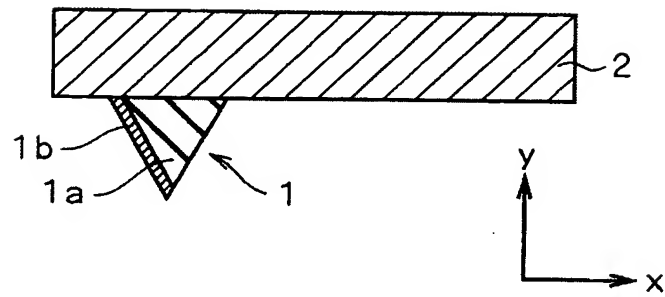
【符号の説明】

1 探針部、1 a 絶縁体、1 b 導電性配線、2 電極部、1 1 単結晶シ

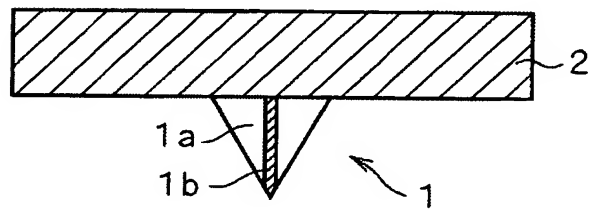
リコン基板、12 孔、13 シリコン酸化膜、14 タングステン膜、15、  
19 フォトレジスト、16 タングステン配線、17 シリコン窒化膜、18  
白金膜。

【書類名】 図面

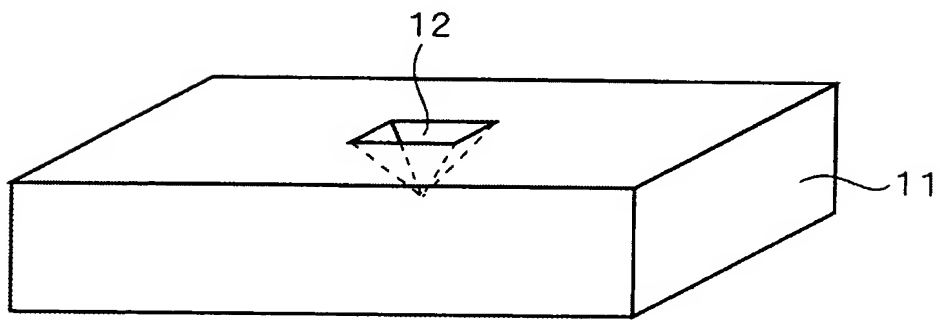
【図 1】



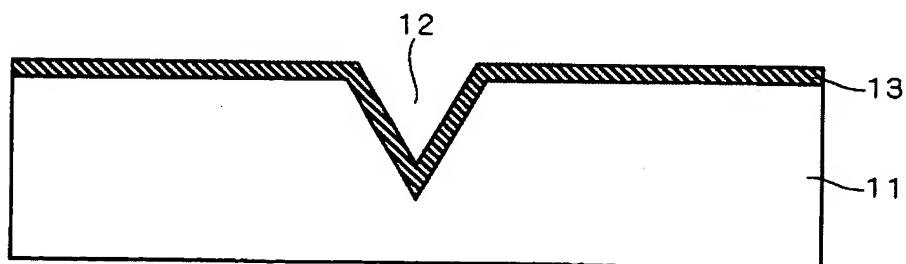
【図 2】



【図 3】

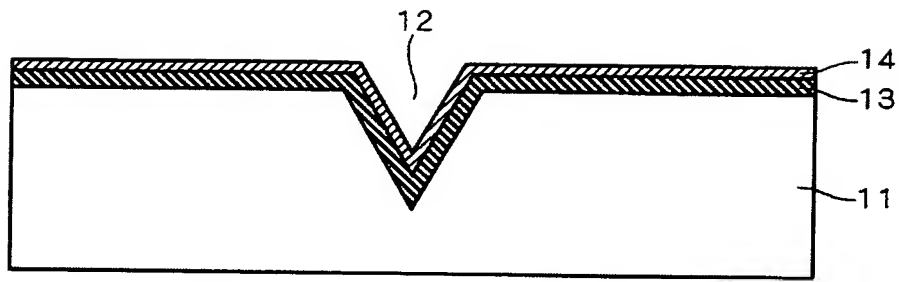


【図 4】

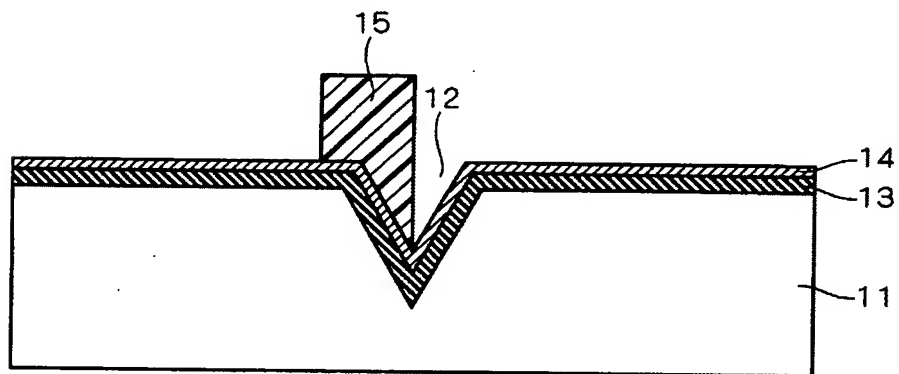




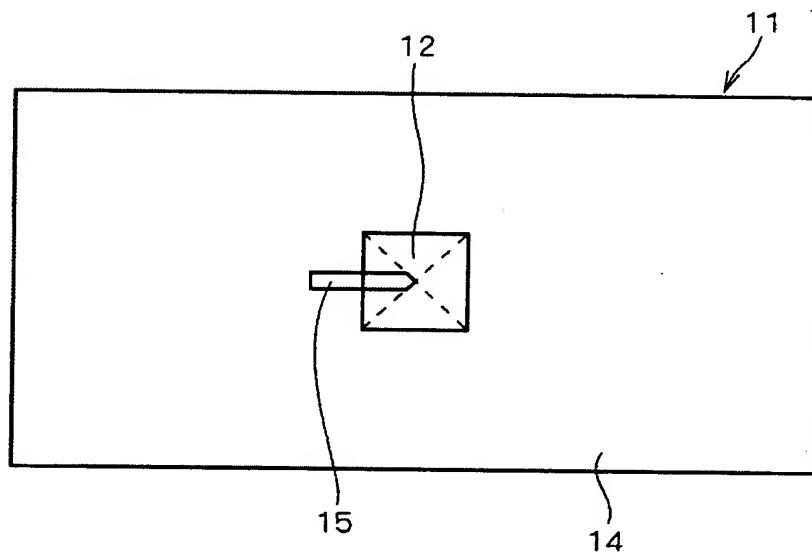
【図 5】



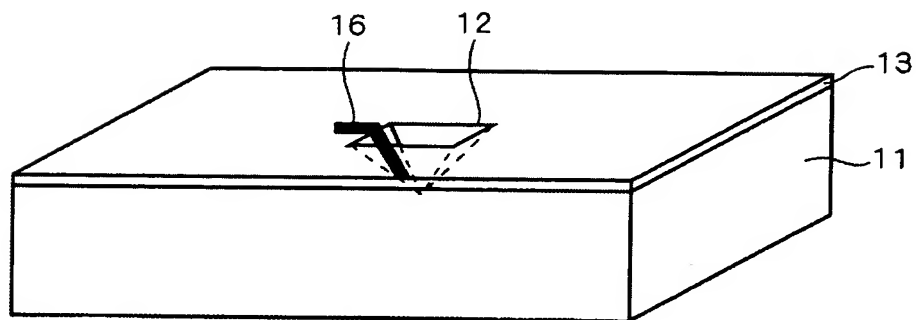
【図 6】



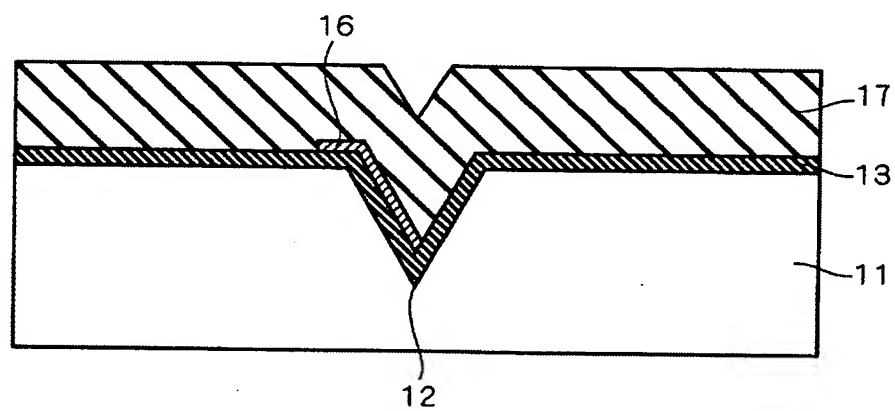
【図 7】



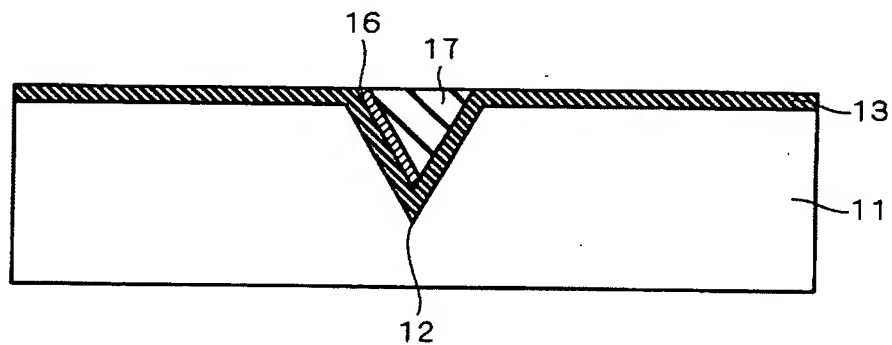
【図 8】



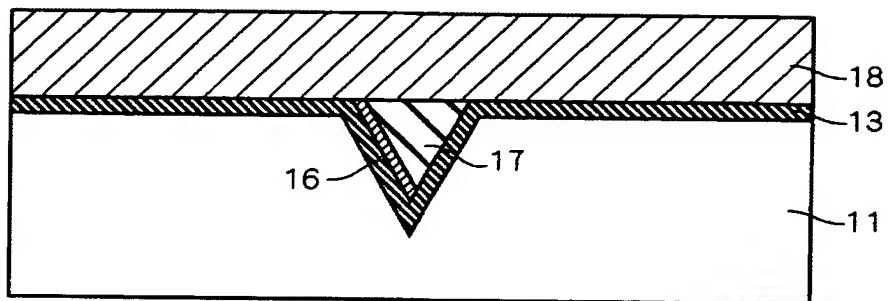
【図 9】



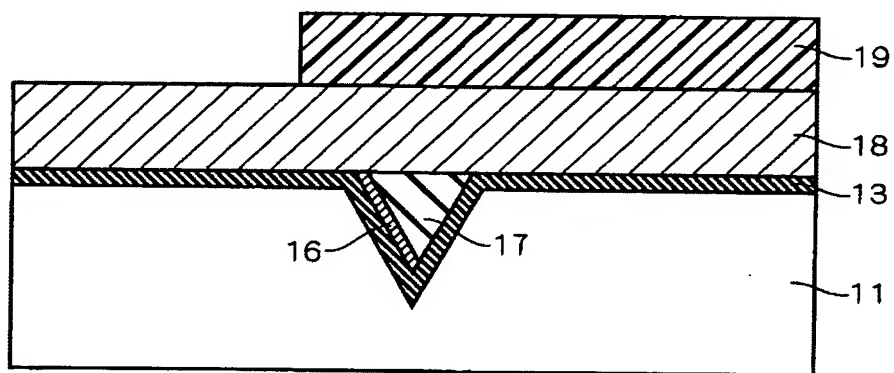
【図 10】



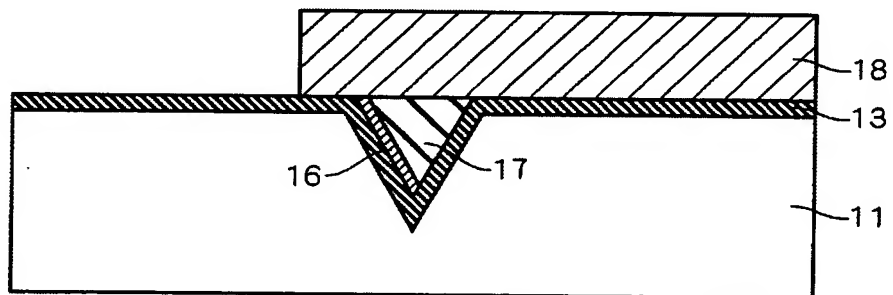
【図 1 1】



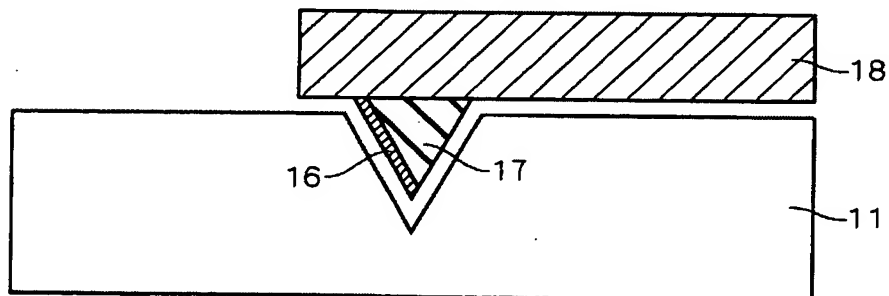
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    走査型容量顕微鏡（SCM）に用いられるカンチレバーにおいて、当該SCMの面分解能を従来のカンチレバーを用いた場合よりも、さらに向上させることができるカンチレバーを提供することを目的とする。

【解決手段】    SCMに取り付けられる本発明に係るカンチレバーとして、当該カンチレバーは試料を走査する探針部 1 と当該探針部 1 を支持する電極部 2 とを有している。また、当該探針部 1 は、四角錐状の絶縁体 1 a と、当該四角錐状の絶縁体 1 a の一の面にのみ配設された導電性配線 1 b とを備えている。

【選択図】            図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号  
氏 名 三菱電機株式会社